

Formatec in Goirle

Krachtig in Keramiek

Metaal en kunststof. Dat zijn de meest voor de hand liggende materialen in de precisietechnologie. Keramiek is overbekend, maar er bestaan nogal wat vooroordelen die de toepassing belemmeren. Zoals daar zijn: moeilijke bewerkbaarheid, hoge prijs, grote brosheid. Formatec in Goirle past een voor Nederland uniek keramiek-spuitsprocedé toe dat het mogelijk maakt de voordelen van kunststof en keramiek te combineren zonder de nadelen over te nemen. Zo kunnen gecompliceerde keramische producten worden gemaakt alsof ze van kunststof zijn, terwijl ze de bijzondere materiaaleigenschappen van keramiek krijgen: hoge temperatuurbestendigheid, extreme slijtvastheid, chemische bestendigheid, inertheid, hoge elektrische isolatie en fraaie esthetiek.

• **Frans Zuurveen** •

Pekago is een bedrijf in Goirle dat zich heeft toegelegd op het maken van producten van kunststof en de bijbehorende matrijzen. De naam is ontstaan uit de beginletters van Peter Kuijpers Goirle, de oprichter en eigenaar van het bedrijf. Omstreeks 1995 ontstond de gedachte dat Pekago eigenlijk wel wat vooruitstrevender zou kunnen worden en zich zou moeten storten op een innoverender activiteit. Dat werd CIM: Ceramic Injection Moulding, dat blijkens onderzoek bij ECN, Corus-Hoogovens en TNO hoopgevende perspectieven zou kunnen bieden.

Dat alles resulteerde in 1996 tot de oprichting van Formatec Technical Ceramics BV, dat zich niet ver van Pekago - dat de kunststoffabricage continueerde - eveneens in Goirle vestigde. Formatec richtte zich in de eerste jaren van zijn bestaan voornamelijk op onderzoek naar het beste procedé. In het jaar 2000 werd T. van den Berselaar bedrijfsleider en mede-eigenaar.

Grondgedachte van het bedrijfsbeleid van Formatec – uiteraard ISO 9001-gecertificeerd - is dat de klant niet meer dan de kostprijs betaalt van de voorbereidende product- en productieontwikkeling, zie afbeelding 1.

KUNSTSTOF EN KERAMIEK



Afbeelding 1. De diverse fasen in het ontwerp- en fabricageproces van Formatec. In de cirkel enkele producten en een matrijs.

Het bedrijf haalt dus zijn marges uit de latere serieproductie. Daarbij moet worden opgemerkt dat Formatec samenwerkt met ITB in Boxtel, dat zich heeft toegelegd op MIM: Metal Injection Moulding. Dat proces heeft nogal wat overeenkomsten met CIM, zij het dat het sinteren bij lagere temperatuur plaatsvindt.

Het procédé

Het maakproces gaat uit van kunststof gemengd met korrels keramiek, “feedstock” genoemd. Dat klinkt nogal “grofstoffelijk” maar is het beslist niet, want die keramiekkorrels zijn niet groter dan 1 μm . Uiteindelijk bepaalt de korreldiameter de ruwheid van het uiteindelijke product, vandaar dat er een trend is om tot een nog geringere korrelgrootte te komen.

Wat betreft de kunststof – binder genoemd – valt op te merken dat dat niet zomaar een of andere simpele “plastic” mag zijn omdat er wel degelijk hoge eisen aan worden gesteld. De binder bestaat daarom uit een tweetal kunststoffen, de ene verdwijnt bij het zgn. debinden, de andere blijft over en geeft de keramiekkorrels een laatste samenhang oftewel “backbone”, waarover direct meer.

De verwarmde kunststof gemengd met keramiekkorrels wordt in een gangbare kunststof-spuitmachine in de matrijs gespoten en levert na afkoelen een zgn. groen product. Dat is een stevig geheel, dat desgewenst kan worden nabewerkt of gecombineerd met een ander groen product. Dat kan heel voordelig zijn bij het maken van prototypes. Want vaak is een bestaande

matrijs bruikbaar of kan er worden volstaan met simpel provisorisch gereedschap.

Het debinden (een beter woord zou “uitstoken” zijn) kan thermisch of katalytisch plaatsvinden. In het eerste geval gaat het product in een oven – in sommige gevallen met schutgas – waarin de kunststof smelt en daarna desintegreert. In het tweede geval zorgt een zuur voor het chemisch verwijderen van de binder. Wat er overblijft, is het “witte product”. Dat is heel kwetsbaar, zo ongeveer als schoolbordkrijt. Want de korrels keramiek zijn alleen nog verbonden door minuscule “bruggen” van de tweede kunststofcomponent.

Het witte product gaat over in een degelijk, hard en homogeen stuk keramiek bij de laatste processtep, het sinteren. Dat gebeurt op een temperatuur van - afhankelijk van de keramieksoort - 1500 tot 1800 °C. Dat is dus aanzienlijk hoger dan de sintertemperatuur van het MIM-proces. Het product krijgt daarbij een dichtheid van 99,9.. %, maar krimpt in de oven 20 à 30 %. Dat lijkt funest voor de precisie van het eindproduct, maar dankzij de goede procesbeheersing is de krimp zeer reproduceerbaar en dus voorspelbaar. Dat betekent dat een tolerantie van $\pm 0,3$ % haalbaar is, dat wil zeggen ± 3 μm per mm.

Mocht die tolerantie te ruim zijn, dan is nabewerking mogelijk. Dat is dan harddraaien, slijpen met diamantgereedschap of lep-pen met diamantpasta. Polijsten is eveneens een veel toegepaste nabewerking. Daarbij worden de producten samen met keramische kogels getrommeld met diamantpasta. Dat proces duurt enkele dagen.

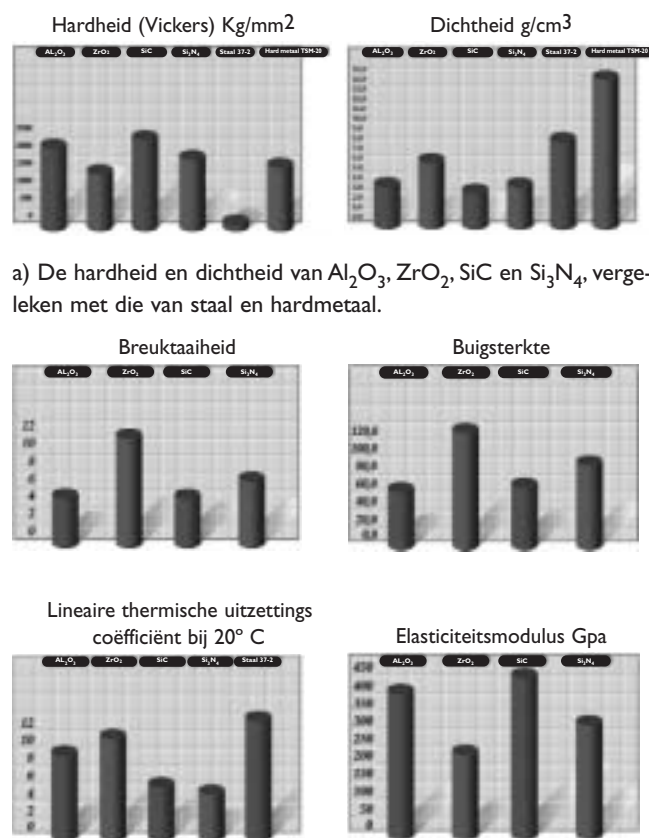
Materialen

Een klant van Formatec kan kiezen uit een viertal keramieksoorten, met ieder hun specifieke eigenschappen, waarbij ook nog mengvormen mogelijk zijn. De basismaterialen zijn aluminiumoxide (Al_2O_3), zirkoonoxide (ZrO_2), siliciumcarbide (SiC) en siliciumnitride (Si_3N_4). Aluminiumoxide en siliciumcarbide munten uit door hun hoge elasticiteitsmodulus en hardheid, de E is twee keer zo groot als die van staal, de hardheid is hoger dan van hardmetaal (alleen overtroffen door diamant). Siliciumnitride heeft de laagste thermische uitzettingscoëfficiënt, aluminiumoxide heeft de hoogste elektrische weerstand en ook de hoogste werktemperatuur in lucht. Qua soortelijke massa winnen al deze keramieken het steeds van staal, Al_2O_3 , SiC en Si_3N_4 zijn zelfs ruim twee keer zo licht.

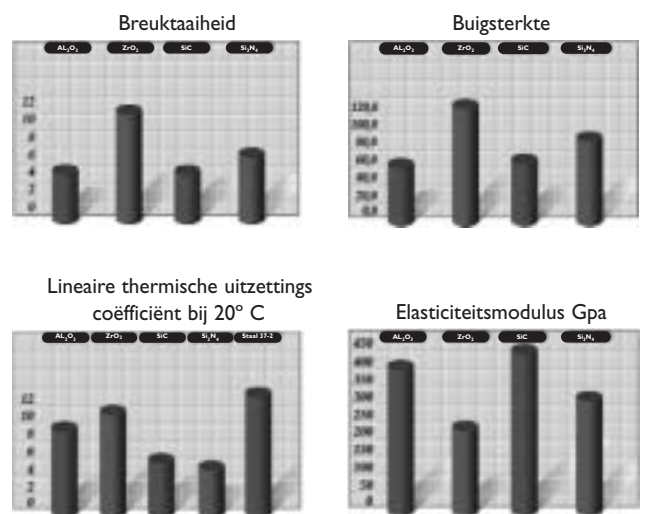
Wat betreft de brosheid, kan worden opgemerkt dat zirkoonoxide daar het minste gevoelig voor is. Qua breuktaai-

heid en buigsterkte springt dat materiaal er uit: ongeveer twee keer zo groot als die van de andere drie keramieksoorten. In de grafieken van afbeelding 2 zijn de belangrijkste materiaaleigenschappen in detail weergegeven, voor hardheid en dichtheid vergeleken met staal en hardmetaal. In bijna alle gevallen geldt dat bij nieuwe toepassingen overleg met de specialisten van Formatec nuttig en meestal nodig is. Want samen met die deskundigen komt dikwijls een geheel nieuw, sterk verbeterd ontwerp tot stand.

Afbeelding 2.



a) De hardheid en dichtheid van Al₂O₃, ZrO₂, SiC en Si₃N₄, vergeleken met die van staal en hardmetaal.



b) Breuktaaiheid, buigsterkte, lineaire thermische uitzettingscoëfficiënt en elasticiteitsmodulus voor dezelfde keramieksoorten.

Toepassingen

Er bestaat een veelheid aan toepassingsgebieden voor technische keramiek, waarbij steeds wordt gekozen voor een van de unieke materiaaleigenschappen. Bij medische toepassingen gaat het om de inertie, bij toepassing in pompen om de corrosievastheid, slijtvastheid en thermische bestendigheid, bij ruimtevaart om de weerstand tegen thermoschok en om de lage dichtheid, bij toepassing in textielmachines om de slijtvastheid,

bij de horloge-industrie om de esthetische eigenschappen en bij de toepassing in sensoren om de chemische en thermische bestendigheid.

Wat meer over die esthetiek. Die heeft natuurlijk niet zoveel te maken met precisietechnologie, maar vaak kiezen klanten voor keramiek omdat het “zo’n prachtige uitstraling” heeft. Er bestaat zelfs zwarte of doorschijnende keramiek, en in beperkte mate is door-en-door kleuren mogelijk. Door polijsten wordt het product nog mooier en eventueel kan er een lakbehandeling worden toegepast. Speciaal voor producten met een “dure” uitstraling – horloges, scheerapparaten, GSM’s, schrijfgereedschap, sieraden – komt steeds vaker keramiek in aanmerking.

Terug naar de precisietechnologie. Een succesvolle technische toepassing is die van siliciumnitride – wel eens de “rolls royce” onder de keramieken genoemd - in verschillende typen textiel-draadgeleiders. Die werden vroeger gemaakt van staal, later van hardmetaal, maar tegenwoordig is de hoogste standtijd bereikt met keramiek. Weliswaar is de kostprijs per product gestegen, maar door de geringere stilstand van de machines is er toch een enorme besparing bereikt.

Een andere toepassing is die in pompen voor het transport van verfpigmenten. Die pigmenten zijn bijzonder abrasief en corroderend, zodat keramiek een veel langere standtijd oplevert dan staal. Een voorbeeld daarvan is de plunjerpomp van afbeelding 3. De cilindermantel van deze pomp is gemaakt van Al₂O₃, de zuiger van Al₂O₃/ZrO₂-mengkeramiek, zogenaamd ZTA (Zirconia Toughened Alumina).



Afbeelding 3. Een plunjerpomp voor het transport van verfpigmenten. De behuizing is van kunststof, de inwendige delen zijn van keramiek.

Die langere standtijd geldt ook voor een tandwielpompe, eveneens voor het verpompen van verfpigmenten. De stalen tandwielen in het vroegere ontwerp moesten al na drie maanden worden vervangen. Allereerst werden toen de tandwielen

KUNSTSTOF EN KERAMIEK



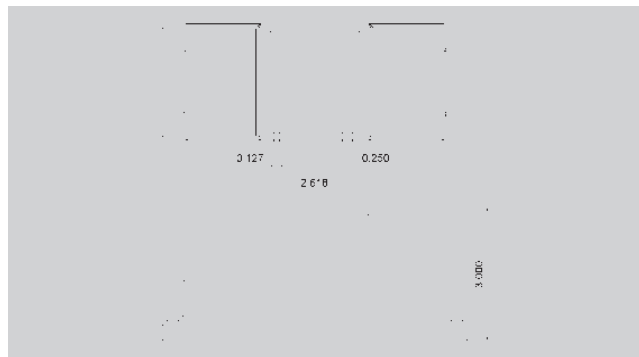
Afbeelding 4. Keramische tandwielen van een pomp voor verfijmenten.

van keramiek gemaakt, zie afbeelding 4. Dat gaf een flinke verbetering, maar toen bleek de behuizing nog een zwak punt. Als laatste stap is ook het huis met deksel ontworpen als keramisch product met als extra voordeel dat de roterende afdichting kon vervallen. Door de afdichtende vlakken te lep-
pen met diamantpasta is een bevredigende keramiek-keramiek-afdichting verkregen. Er is nog wel een O-ring nodig, maar die dient niet als afdichting maar levert alleen de vlaktedruk, zie afbeelding 5. Deze volledig keramische pomp draait al drie jaar zonder problemen.

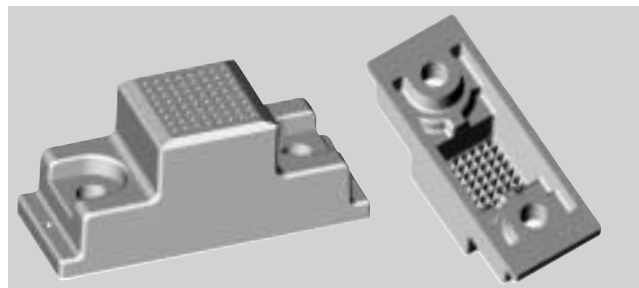


Afbeelding 5. "Exploded view" van een keramische tandwielpompe.

De uit precisietechnologisch gezichtspunt meest interessante toepassing van keramiek bij Formatec is die in een optische connector. Daarin worden communicatie-glasvezels aan elkaar gekoppeld. In het kader van een Europees ontwikkelproject is een keramisch onderdeel ontwikkeld met 64 gaten met een doorsnede van $127 \pm 2 \mu\text{m}$ en een onderlinge steek van 0,25 mm, zie de afbeeldingen 6 en 7. Daarbij moet worden bedacht dat de ene helft van de matrijs 64 pennen bevat met een diameter van circa 0,17 mm - rekening houdend met zo'n 30 % krimp. Die pennen moeten bij het sluiten van de matrijs nauwkeurig passen in gaten in de andere helft, zodat dit een bewonderenswaardig stuk matrijsmakersvakmanschap vereist.



Afbeelding 6. Tekening van een keramische optische connector.



Afbeelding 7. Onder- en bovenaanzicht van de connector van afbeelding 6.

Het totaal van 64 glasvezels wordt door de afzonderlijke openingen in de keramische connector gestoken en met speciale lijm vastgezet, waarbij de vezeluiteinden iets uitsteken. Leppen met diamantpasta zorgt vervolgens voor het nauwkeurig samenvallen van keramisch eindvlak en vezeluiteinden. Twee connectors kunnen via de pasgaten aan beide kanten en een connectorhuis er omheen nauwkeurig op elkaar worden gepositioneerd. De 64 bij elkaar horende vezeluiteinden vallen daardoor exact op elkaar, zodat iedere vezel zijn lichtsignaal zonder substantieel verlies kan doorgeven aan de volgende vezel.

Na de tijdrovende en kostbare voorontwikkeling van dit precisieproduct is serieproductie nu nog slechts een kwestie van - relatief eenvoudige - schaalvergroting.

Informatie

Formatec Technical Ceramics BV
Tel. 013-5308082
www.formatec.nl
t.vd.berseelaar@formatec.nl